Beiträge
zur
Topographie und Geologie
des
Oberen Malencotales

Von der
Königlichen Technischen Hochschule zu München
zur Erlangung der Würde eines
Doktors der Technischen Wissenschaften
(Doktor-Ingenieurs)
genehmigte Dissertation.

Vorgelegt von
Aldo Bonacossa aus Vigevano bei Mailand.

Referent:
Geheimer Hofrat
Professor Dr. Konrad Oebbeke

Korreferent:
Professor
Dr. Maximilian Weber.

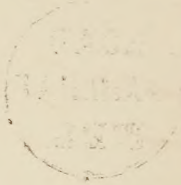
Tag der Annahme der Dissertation: 17. Dezember 1912.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546317_0043

MEINEN LIEBEN ELTERN.

Für die freundliche Unterstützung und Förderung sage ich Herrn Geheimrat Professor Dr. Konrad Oebbeke und Herrn Professor Dr. Maximilian Weber meinen verbindlichsten Dank, ebenso den Herren Dr. Jakob Höfle und Georg Frank.



Beiträge
zur
Topographie und Geologie
des
Oberen Malencotales

Von der
Königlichen Technischen Hochschule zu München
zur Erlangung der Würde eines

Doktors der Technischen Wissenschaften
(Doktor-Ingenieurs)
genehmigte Dissertation.

ACAD
LUGD BAT
BIBL

Vorgelegt von

Aldo Bonacossa aus Vigevano bei Mailand.

Referent:
Geheimer Hofrat
Professor Dr. Konrad Oebbeke

Korreferent:
Professor
Dr. Maximilian Weber.

Tag der Annahme der Dissertation: 17. Dezember 1912.

Inhalts-Verzeichnis.

	Seite
Topographische Übersicht	5
Jetzige Vergletscherung und Spuren einstiger Vergletscherung im oberen Val Malenco und seinen Seitentälern	
I. Am Murettopass	6
II. Gletscher der Disgraziagruppe	6
III. Gletscher der Berninagruppe	8
Alte Moränen im Mallerotal	10
Tal- und Seebildung	12
Verwitterung und Bergstürze	17
Bodenbeschaffenheit und Kulturformen	20
Geologische Übersicht	21
Genesis der Erz- und Asbestvorkommen	23
Gesteinsbeschreibung	24
Serpentin	24
Hornblendegesteine	28
Körniger Kalk	30
Die Mineralien des Malencotales	31
a) Mineralien aus Moränen und Alluvionen	32
b) Mineralien in den Gneissen, Glimmerschiefern und Hornblendegesteinen	32
c) Mineralien in den körnigen Kalken	33
d) Mineralien in den Serpentinen	33
Technische Verwendung der Gesteine	35

Topographische Übersicht.

Bei Sondrio, der Hauptstadt des Veltlins, öffnet sich gegen Norden das Malencotal, dessen Wasserlauf, der Mallero, von einem umfangreichen Quellgebiet gespeist wird, welches bis an die Wasserscheide zwischen Inn und Adda reicht und von der Berninagruppe im Osten und der Disgraziagruppe im Westen begrenzt wird. Das hier behandelte Gebiet gehört zu ungefähr gleichen Teilen diesen beiden Gebirgszügen an. Im Süden bilden Val Torreggio und Val Dagua, im Südwesten der Gipfelzug Mt. Palino—Mt. Cavaglia—Mt. Acquanera—Pizzo Scalino die Grenze, im Norden eine Linie, welche den Oberlauf der Täler Lanterna, Entova, Forsachetto und Fora miteinander verbindet.

Bei Chiesa mündet in den aus der Disgrazia kommenden Mallero der Torrente Lanterna, der dem Malencotal die Gewässer aus der Berninagruppe zuführt.

An dieser Stelle seien kurz einige topographische Einzelheiten erwähnt, soweit es sich um Abweichungen oder Neubenennungen gegenüber dem der Arbeit zugrunde gelegten Blatt 20 (Chiesa) der Siegfriedkarte handelt. Der von Punkt 2871 im westlichen Teil der Val Giumellino gegen die Mitte dieses Tales herabziehende Grat gehört um zwei Drittel gekürzt.

Der vom Gipfel des Mt. Nero in südöstlicher Richtung verlaufende Grat zieht direkt in südlicher Richtung. Der bei den Alphütten bei Punkt 1598 südwestlich Chiesa gelegene See (Lago di Chiesa) existiert nicht mehr. Dagegen ist der in Val Entova gelegene Lago d'Entova noch vorhanden. Bei Punkt 3084, südwestlich des Cassandragipfels, ist ein Paß einzuzeichnen. Die Gipfel östlich des Ventinagletschers, Punkt 2996 und 2967, erhielten die Namen Pizzo Rachele und Cima del Duca. Die Einsattelung östlich von Acquanera, die vom Talboden nach Val Painale führt, hat den Namen Passo degli Ometti erhalten. Endlich wird der im Norden des Gebietes gelegene Mt. Fellaria jetzt Mt. delle Forbici genannt[1]).

[1]) Guida. Alpi Retiche Occidentali — Regione Bernina — A. Corti e A. Bonacossa. 1911.

Jetzige Vergletscherung und Spuren einstiger Vergletscherung im oberen Val Malenco und seinen Seitentälern.

(S. auch Gletscherkärtchen.)

I. Am Murettopass.

Theobald[2]) fand bis 1867 immer die Südseite des Passes schneefrei und es zeigen die lombardisch - venezianische Generalstabskarte sowie das Blatt XX der Schweizerkarte dieselbe Einzeichnung, nach Ziegler[3]) blieb aber in den Sommern Ende der 60 er Jahre, infolge für die Gletscher günstigerer Temperaturverhältnisse der Schnee in bedeutenden Mengen auch auf der Südseite liegen. Demnach dürfte die Annahme berechtigt erscheinen, daß die bis zur Höhenquote 1700 herunter reichenden Moränenspuren Zeugen einer nicht gar zu weit zurückliegenden Vergletscherung sind.

II. Gletscher der Disgraziagruppe.

a) Disgrazia-Sissone-Gletscher. Marson[4]) hat seit 1895 an den Gletschern der Disgrazia- und Bernina-Gruppe Messungen gemacht, und er sowie seit 1907 sein Nachfolger Sangiorgi[5]) haben am Disgrazia - Sissone - Gletscher einen fortwährenden Rückgang konstatieren können.

1896—1897	ging	die	Front	des	Gletschers	um	7,70	m	zurück
1897—1898	„	„	„	„	„	„	3,70	„	„
1898—1899	„	„	„	„	„	„	2,10	„	„
1899—1907	„	„	„	„	„	„	83,35	„	„
1907—1910	„	„	„	„	„	„	30,—	„	„

Gleichzeitig stellte Sangiorgi ein Abschmelzen der linken Gletscherseite um 16 m in den letzten Jahren fest.

Bis zum eigentlichen Gletscher trifft man von Forbicina an, als Zeugen früherer Vergletscherung, drei Moränenbögen, von denen der unterste auf den italienischen Militärkarten eingezeich-

---

[2]) Beiträge zur Geologischen Karte der Schweiz: Die südöstlichen Gebirge von Graubünden.

[3]) Ziegler: Verhältnis der Topographie zur Geologie. Zürich. Wurster. 1876.

[4]) Marson L.: Sui ghiacciai del Massiccio del Monte Disgrazia o Pizzo Bello. — Sui ghiacciai italiani del gruppo Bernina. Societa geografica ital. Roma. 1896—1901.

[5]) Sangiorgi D.: Osservazioni sui ghiacciai ital. del Bernina e Disgrazia—Rivista Mensile C. A. I. 1910 II.

net ist; der mittlere, zugleich der ausgeprägteste und größte, liegt in einer Höhe von 1780 m. Von ihnen dürften wenigstens die beiden oberen erst in letzter Zeit vom Eis verlassen worden sein. Rechts unterhalb des Gletschers, ungefähr 70 m tiefer, läßt sich eine verlassene Seitenmoräne erkennen, die auch Sangiorgi angibt.

b) Ventinagletscher. Die Messungen an diesem Gletscher wurden ebenfalls seit 1895 von Marson und seit 1907 von Sangiorgi ausgeführt.

Der Gletscher zeigte von 1895—1898 ein frontales Abschmelzen von 41,20 m, von 1895—1898 ein seitliches von 9,65 m, von 1898 auf 1899 rückte der Gletscher um 4,85 m nach vorwärts, ebenso rechtsseitig um etwa ½ m hinaus, während die linke Seite um etwa 1,85 m abschmolz. Seit 1899 ging der Gletscher in der Front um 90,90 m zurück, das rechtsseitige Abschmelzen betrug 38,50 m, das linksseitige 34 m. Von der Alpe Ventina bis zum heutigen Eisrand sieht man zwei verlassene Stirnmoränen, die auf einen erst in jüngster Zeit stattgefundenen Gletscherrückgang schließen lassen. Unterhalb der Alpe Ventina trifft man auf Moränenspuren, die vielleicht weiter zurückliegen.

c) Pirolagletscher. Südlich vom Lago Pirola, in dem Felsriegel zwischen Punta Rosalba und Cima del Duca gibt Marson Überreste eines kleinen Gletschers, Ghiacciaio di Pirola, an. Doch sind heutzutage seine Moränen fast vollständig unter Schuttmassen begraben und die Eisfläche ist auf ein Minimum herabgesetzt, so daß vermutlich in wenigen Jahren keine Spur mehr von ihm vorhanden sein wird.

d) Im hintersten Val Orsera befindet sich noch ein kleiner Rest eines Gletschers mit einer schwach ausgeprägten Frontmoräne, einer früher weitergehenden Vergletscherung zwischen dem Lago Laguzzuolo und dem höher gelegenen kleineren See.

e) Im hintersten Val Sassersa findet sich ebenfalls noch ein Gletscherrest, der von Ziegler mit Ghiacciaio Sassersa, von Marson 1896 mit Ghiacciaio di Pradaccio angegeben wird. Jetzt ist wieder die Bezeichnung Ghiacciaio di Sassersa eingeführt[6]). In der Nähe der drei Seen, die im hin-

[6]) C. A. I. Guida delle Alpi Retiche Occidentali—Regione Albigna—Disgrazia. R. Balabio. 1911.

tersten Tale liegen, lassen sich Moränenreste nicht mit Gewißheit angeben. Doch finden sich oberhalb der Alpe Pirlo Spuren einer Moräne von einer weiter zurückliegenden Vergletscherung.

f) Vergletscherung in Val Giumellino. Ziegler, Marson und Sangiorgi erwähnen über Val Giumellino nichts. Balabio gibt in seiner touristischen Beschreibung[7]) eine große Moräne an. Dabei sind gerade in Val Giumellino die Spuren früherer Vergletscherung am schönsten nachzuweisen (Fig. 1, 2 und 3). Der hintere Teil des Tales wird durch einen von Punkt 2871 herabziehenden Grat in zwei Teile geteilt. Im nördlichen Teil, gegen den Pizzo Cassandra, ist noch ein Gletscherrest mit vorgelagerter Endmoräne vorhanden. Vor dem oben erwähnten Grat im Talhintergrund schließen sich bei den Höhenkurven 2160, 2130 und 2110 deutlich ausgeprägte Moränenhügel zu einem Mittelmoränenzug zusammen, der seine Entstehung zwei nördlich und südlich von jenem Grat hervorgetretenen Gletschern verdankt. In der vorderen Val Giumellino treffen wir zunächst zwei mächtig entwickelte Endmoränen; die hintere breitet sich zwischen den Höhenlinien 2040 und 1960 in nord-südlicher Richtung aus. Die vordere, mächtigste — bis 60 m hoch — erstreckt sich oberhalb Alpe Giumellino in einer Höhe von 1800 bis 1850 m. An sie schließt sich eine deutliche Seitenmoräne an. Der Durchbruch der Gletscherwässer ist von beiden Moränen gut zu beobachten.

g) Cassandragletscher. Die von Marson und auch auf der Siegfriedkarte angegebenen Gletscherseen existieren, nach den Beobachtungen von Sangiorgi, nicht mehr. Verschiedene Moränenspuren im Val Torreggio, so bei der Alp Airale und besonders oberhalb Ciappanico auf dem linken und südlich davon, auf dem rechten Ufer des Baches, deuten auf eine frühere vom Cassandragletscher bis hierher reichende Vergletscherung.

III. Gletscher der Berninagruppe.

a) Der untere Scerscengletscher. Der Frontrückgang des Scerscengletschers, nach Angabe von Marson und Sangiorgi, beträgt zwischen 1887—1907 87 m, von 1907—1910 62 m. Als Spuren früherer jüngerer Gletscherausdehnung finden wir auf der Karte von Ziegler zwei Seitenmoränen und eine

[7]) R. Balabio: Il Gruppo del Monte Disgrazia in Bollettino del C. A. I. 1910, S. 285.

Stirnmoräne in der obersten Val Lanterna. Marson gibt zwei Seiten- und zwei Stirnmoränen an. Ist auch eine der beiden Stirnmoränen, die äußere, nicht besonders stark ausgeprägt, so besteht meiner Ansicht nach an der Existenz zweier früherer Stirnmoränen kein Zweifel.

b) Fellariagletscher. In dem öden Tale, das von der Bocchetta di Caspoggio, 3003 m, und von der Forcella di Fellaria, 2819 m, nach Osten herabzieht, kann man etwas westlich von den Alphütten einen Moränenbogen wahrnehmen, welcher keinen Zweifel läßt, daß sich hier vor nicht zu langer Zeit ein Teil des Fellariagletschers befand. Weitere Zeichen eines jungen Rückganges des Fellariagletschers finden sich dem Torrente Cormor entlang. Man kann deutlich zweimal je zwei Moränenbögen erkennen, einen mehr und einen weniger ausgeprägten, wie sie Marson ebenfalls angibt. Ziegler zeichnet in seiner Karte nur die zwei stärker ausgeprägten ein.

c) Scalinogletscher (Fig. 4). Der Gletscher in seinem heutigen Zustande hat die Haupterstreckungsrichtung Süd-Nord und geht gegen das Poschiavina-Tal bis ungefähr zur Höhenkote 2600, in der Richtung Nord-West gegen Val Campagneda bis zur Höhenkote 2800 herab. Nach Aussagen des ehemaligen Führers und Vermessungssachverständigen Enrico Schenatti in Chiesa ging der Gletscher in den 70 er Jahren noch bis zu den heutigen ersten Weiden — ungefähr Höhenkote 2600 — gegen Campagneda.

Südöstlich von Campascio und nördlich der Alpe Prabello trifft man auf eine große ausgesprochene Moräne mit Richtung Süd-Nord. Nordöstlich von der Alpe Prabello ist ein doppelter Moränenzug zu beobachten. Bei einer Besteigung des Pizzo Scalino über die Nordwestwand im September 1911 fand Verfasser, der Wand vorgelagert, einen begrasten Schuttkegel, von dessen Spitze zwischen ihm und der Scalinowand eine von Süd nach Nord gegen den Cornetto verlaufende Mulde beobachtet wurde, die mit einem Gletscherrest erfüllt war.

Die Moränen bei Prabello (2 in Fig. 4) deuten darauf hin, daß der Scalinogletscher, der heute noch den Grat bedeckt, einst bis zu jener Stelle reichte und sich mit dem Gletscher vereinigte, der jetzt auf die erwähnte Mulde beschränkt ist.

Eine weitere Moräne umzieht die Laghetti della Poschiavina in weitem Bogen; sie ist auch von Ziegler angegeben.

Die von Sangiorgi[8]) im Sommer 1911 ausgeführten Untersuchungen ergaben einen allgemeinen starken Rückgang und eine Verminderung der Dicke des Eises im Malencogebiet.

Der Disgraziagletscher wich um 42 m zurück und ist jetzt vom Sissonegletscher völlig getrennt.

Am Ventinagletscher zeigte sich ein Rückgang um 16 m und ein seitliches Abschmelzen um 4 m. Vor seinen heutigen Moränen liegen zwei gut ausgeprägte Moränenbögen, die zwei Rückgangsstadien des Gletschers kennzeichnen. Der niedrigste bei der Alpe Ventina — in 1965 m — ist mit reichlichem Pflanzenwuchs bedeckt, der zweite trägt nur eine spärliche Grasnarbe.

Der Scerscengletscher hat sich um 28 m, der Fellaria um 10 m zurückgezogen.

Alte Moränen im Mallerotal (Fig. 4—7).

Die größte Moräne des Tales ist jene von Caspoggio. Ihr weit vorgeschobener Hügel legt sich an die Serpentinhänge gegenüber Chiesa an und zeigt besonders deutlich von NO seine charakteristische Gestalt. In dem Geschiebematerial fällt vor allem ein bläulicher Granit auf, der in Blöcken von beträchtlicher Größe auftritt und als Baustein an Ort und Stelle Verwendung findet.

Bei San Giuseppe durchbricht der Mallero bedeutende Moränen, auf deren Rücken die Alpen von Prati della Costa liegen.

Der obere Teil von Chiareggio liegt auf einer kleinen Moräne, deren Stirnrand unter den Bachalluvionen verschwindet.

Im Süden des Gebietes sind noch kurz unterhalb Torre Moränen zu beobachten, denen sich zwei größere im Unterlauf des Mallero anschließen.

* * *

Außer den im Gebiete auftretenden Moränen sind noch Beweise einer einstigen Vergletscherung die schönen Rundhöckerlandschaften und Terrassen von der Alpe Prabello zu den Laghetti della Poschiavina, das Feld von Campo Franscia und der Dosso di Vetto, das Campo Morotal, die Moränen nördlich und südlich von der Alpe Musella, die Alpflächen östlich des Mallero bei San Giuseppe und schließlich die wie die letztere wohl einer langen zurückliegenden Vergletsche-

[8]) Dr. D. Sangiorgi: Osservazioni sui ghiacciai di Val Malenco 1911. Rivista Mensile, Club Alpino Italiano, Torino. 1912, Nov.

rung zuzuschreibenden Terrasse Acquanera—Cavaglia—Palino, wenn auch letztere durch Vegetation und Trümmerhalden teilweise verwischt ist. Wo die Humusdecke fehlt, treten meist sehr schöne Gletscherschliffe zutage; so die prachtvollen bei den Amiantbergwerken in der Nähe von Campo Franscia, jene am Eingang der wilden Val Lanterna superiore nördlich von Campascio; auf der Terrasse der Alpe Prabello; zwischen Senevedo und Chiareggio, und im Campo Morotale. Erwähnt seien noch die schönen Gletschermühlen vom Val Brutta und am Ponte Nuovo unterhalb Torre.

Das erratische Material ist oft schwer von den Bachalluvionen und Bergsturzmassen zu trennen. Es liegt überall im Tal, besonders in der Umgebung von Chiareggio und San Giuseppe an den Gehängen des Mallero zwischen Chiesa und Torre, ferner in der Umgebung der Alpe Campascio und Campo Franscia und bei den Laghetti della Poschiavina.

Daß die vielen Seen des Gebietes, besonders die kleineren, ebenfalls zum Teil als Beweise der ehemaligen Vergletscherung anzusehen sind, wird an anderer Stelle gewürdigt werden, ebenso wie die Art und Herkunft des erratischen und Moränenmaterials.

Faßt man die Gesamtvergletscherung des Gebietes zusammen, um ein übersichtliches Bild zu gewinnen, so ergeben sich folgende Resultate:

1. In nicht zu lange zurückliegender Zeit reichten die kleineren Gletscher der Disgraziagruppe bis über die ihnen vorgelagerten Seen; der Ventinagletscher bis zur ersten Moräne nach der Alpe Ventina, der Disgraziagletscher mindestens bis zum zweiten Moränenbogen oberhalb Forbicina; durch den Gletscher zwischen Murettopaß und Forbicina war auch auf der Südseite des Passes die Verbindung zwischen den Gletschern der Bernina- und Disgraziagruppe hergestellt; Scerscen- und Fellaria - Gletscher waren in Verbindung; am Scalinogletscher ging die Vergletscherung in nordwestlicher Richtung bis zu den Laghetti della Poschiavina und in nördlicher Richtung bis zum Talboden des gleichnamigen Tales, und der südwestlich laufende Arm des Gletschers war vorhanden.

2. In einer weiter zurückliegenden Periode darf man ebenfalls einen Zusammenhang zwischen Fellaria- und Scalinogletscher annehmen. Fellaria- und Scerscengletscher erstreckten sich weiter im heutigen Unterlaufe des Cormor und Lanterna. Der Kessel Piz Fora—Piz Tremoggia—Sasso d'Entova war mit Eis

erfüllt, wie es die Moränenreste, besonders am südlichen Fuß des Pizzo Malenco, beweisen. Disgrazia- und Ventinagletscher und der südliche Murettogletscher reichten bis zum Boden von Forbicina. Aus der Lage des Mallerotales von Chiareggio bis San Giuseppe scheint es sogar nicht ausgeschlossen, daß zwischen den beiden angeführten Orten bereits teilweise Vergletscherung bestand.

3. In der am weitesten zurückliegenden Vergletscherung endlich war unser Gebiet größtenteils von Gletschern bedeckt. Die Höckerlandschaft Acquanera—Cavaglia, die Stirnmoräne von Caspoggio, die Moränen in Val Torreggio, diejenige von Torre und im unteren Mallerotale sind Merkzeichen für dieses Stadium der Eisbedeckung. —

Zu jeder Zeit der Vergletscherung ist also eine große Schwankung im Stande der Gletscher zu verzeichnen, bedingt durch klimatische Verhältnisse, die sich in dem Hochgebirgstal des Mallero schon am Ausgang der Eiszeit anders gestalten mußten als im Veltlin, aus dem durch die warmen Luftströme der Poebene schon frühzeitiger die Eisdecke gewichen war.

Tal- und Seebildung.

Über die Entstehung der Täler und Seen sind in der älteren und neueren Literatur die verschiedensten Ansichten vertreten. Es lassen sich zwei Hauptrichtungen erkennen; die eine will den größten Anteil an der Talbildung den Gletschern zuerkennen, die andere lehnt die glaziale Erosion zum Teil oder gänzlich ab. Ohne auf diese Auseinandersetzungen näher einzugehen, läßt sich doch so viel sagen, daß den Gletschern eine Mitwirkung an der Oberflächengestaltung nicht abgesprochen werden kann. Sie schleifen ihren Untergrund ab, ebnen ihn zuweilen etwas ein und schaffen unter Umständen kleinere Vertiefungen; niemals aber kann ihnen nach meiner Ansicht ein größerer Einfluß auf die Ausgestaltung eines Tales zugestanden werden. Vor allem habe ich die nach Penck so charakteristischen Trogformen nie beobachten können.

Das Tal des Mallero läßt sich in zwei Teile trennen, den einen bis San Giuseppe, den zweiten von San Giuseppe bis Chiesa. Bei Chiareggio, Senevedo und San Giuseppe treten im

Tal Moränenreste auf. Das Tal war also vor längerer Zeit bis hierher mit Gletschern bedeckt. Beim Zurückgehen des Eises bis Chiareggio wurden die im Bette des Mallero zu Tale eilenden Gewässer bei San Giuseppe durch die Moränen gestaut (Fig. 6 und 7), unterstützt durch die steil einfallenden Gebirgsschichten, die einen Felsriegel in das Tal hinein vorschieben. Der Talgrund von Sabbionaccio (Fig. 8) wurde zum Becken mit zeitweiliger Seebedeckung, bis es dem Mallero gelang, sich bei San Giuseppe durchzunagen und mit der noch nicht beendeten Trainierung des geschlossenen Beckens zu beginnen. Ein weiteres Zurückweichen der Gletscher zum Murettopaß, in die Val Sissone und Val Ventina hatte hinter den Moränen von Chiareggio durch Aufstauen des Wassers eine weitere Beckenbildung zur Folge. Auch an der Trainierung dieses alten Beckens arbeitet der Mallero weiter insofern, als er bestrebt ist, durch Ausgleich des Anfalles von Gehängeschutt und dessen Abfuhr den normalen Bedingungen der Talbildung wieder zu genügen. Infolge seines Durchbruches bei San Giuseppe kam es nach beiden Seiten zur Terrassenbildung, vor und unterhalb Zocca und bei Vallascia. Von hier aus durchbricht der Mallero die unter der Ardesia liegenden Schiefer, durchschneidet von Chiesa bis Torre mehrere Moränen und verläßt beim letzten Orte unser Gebiet, schon im unteren Teile seines Laufes bis Torre tets bemüht, sein Bett zu verbreitern. Wie der Mallero selbst durch seine beiden Quellbäche vom Murettopaß und aus der Val Sissone viel Schutt zu Tal befördert und ihn auf dem alten Seegrunde von Forbicina (Fig. 9) ausbreitet, so tun das gleiche auch viele seiner Nebenflüsse in bedeutendem Maße. In tiefe Rinnen gruben sie sich ein, dabei dem Mallero viel Schutt zuführend, den sie selbst nicht mehr fortschaffen können. Den Transport übernimmt vielmehr der Mallero selbst, der dadurch in einer intensiven Talbildung gehindert wird. Besonders wirken in diesem Sinne der Wildbach bei Albaredo und die Bäche zwischen Faldrini und Chiesa. Sie haben in dem Dreieck Vassalini—Olivi—Chiesa bedeutende Geröllmassen angehäuft, durch die sich der Mallero seinen Weg gebahnt hat. Die Geröllzufuhr dauert immer noch fort und es ist nicht ausgeschlossen, daß in Zukunft eine zeitweilige Aufstauung der Gewässer des Mallero und des Lanterna zu einem Seebecken eintreten könnte, wie aus meinen Beobachtungen vor und nach dem Unwetter im Sommer 1911 hervorgeht. An vielen Stellen (Fig. 10—12) häufte der Wildbach,

so bei Curlo, über eineinhalb Meter hoch die Gerölle gegen den Lauf des Mallero an.

Auch die anderen erwähnten Wildbäche beförderten solche Mengen zu Tal, daß die Vermurungen fast zu einer Aufstauung des Flusses geführt hätten. Begünstigt wurde dieser Vorgang dadurch, daß die Schuttmassen in der Hauptsache aus den Verwitterungsprodukten von Serpentinen und Glimmerschiefern bestehen, die beim Trocknen ähnlich dem Zement zu festen Massen, an die Nagelfluh des Deckenschotters erinnernd, rasch erhärten. Zur Freilegung des Flußlaufes mußte an verschiedenen Stellen gesprengt werden.

Von den Nebentälern des Mallero ist dasjenige des Lanterna das bedeutendste. In seinem Unterlaufe zeigt es, im Gegensatz zum Mallero, eine Erweiterung, was auf eine frühere Beckenbildung bei Lanzada schließen läßt, genau an der Stelle, wo man heute, infolge der Wasserleitungsarbeiten, einen künstlichen See schaffen will. Bei Campo Franscia gabelt sich der Lanterna in seine beiden Quellflüsse, den Oberen Lanterna und den Torrente Cormor. Der erstere zeigt den Typus des Erosionstales in hervorragender Weise (Fig. 13). Das Eingraben und der Anfall des leicht angreifbaren Gesteins ging so rasch vor sich, daß selbst dieses wilde Gefälle zeitweise den Abtransport des Materials nicht bewerkstelligen konnte und durch sein eigenes Geröll bei Campascio zeitweise ein Becken aufstaute.

Moränen, und wohl auch teilweise Lawinen, veranlaßten den Torrente Cormor zur zeitweisen Seebildung bei der Alpe Campo Moro, an welcher Stelle auch jetzt wieder bei den Arbeiten der Wasserleitung ein Stausee angelegt werden soll.

Erwähnt sei ferner die Alpe Gera im Oberlauf des Torrente Cormor, die ebenfalls auf Beckenbildung des Baches zurückzuführen ist. Sicher wurden auch die beiden Quellbäche bei Campo Franscia einmal gestaut, bis es ihnen nach ihrer Vereinigung gelang, den Felsriegel durch die Val Brutta zu durchbrechen, eine Arbeit, zu der wohl auch der von der Alpe Prabello kommende Gießbach seinen Teil beigetragen hat. Die vertorften Wiesen dürften auf jenen früheren See zurückzuführen sein. Der Abfluß dieses Beckens muß früher einen anderen Weg als der heutige Lanterna genommen haben. Erst als es dem Wasser gelang, bei Val Brutta durchzubrechen, wurde eine Vereinigung des oberen und unteren Lanternatales bewerkstelligt.

Auf die zu allen Zeiten bewirkten und noch stattfindenden zeitweisen Veränderungen infolge des rapiden Anschwellens der

Gewässer bei Hochwasser wurde schon hingewiesen; auf die Bedeutung der Bergstürze wird noch eingegangen werden. Beides sind Punkte, die wohl zu allen Zeiten als verjüngende Momente in der Geschichte der unteren Val Lanterna ebenfalls eine Rolle gespielt haben. Den Gletschern eine andere Bedeutung als das großartige Glattschleifen des Gebietes von Campo Franscia zuzumessen, kann von vornherein als ausgeschlossen betrachtet werden.

Gehen wir noch einen Schritt weiter als Rütimeyer, der Gletscherbedeckung als Stillstand in der Talbildung bezeichnet. In einem Gebiete, das niemals von Gletschern bedeckt war, wird die Talbildung von Anfang an rascher und gleichmäßiger verlaufen. In einem von Gletschern verlassenen Gebiete wird der Anfang der Talbildung an den von Gletschern glattgeschliffenen Stellen infolge des größeren Widerstandes, den glatte Gesteinsflächen der erodierenden Kraft des Wassers entgegensetzen, erschwert.

Eine frühere Gletscherbedeckung bildet eine Verzögerung in der Talbildung kaum, aber einen Stillstand, denn sobald es dem erodierenden Wasser einmal gelungen ist, die glatt polierten Flächen anzugreifen, schreitet die Erosion in gleichmäßiger Weise fort.

Von den Seitentälern der Val Lanterna ist das Campagnedatal das interessanteste. Der erst in jüngster Zeit vom Eis der vereinigten Fellaria- und Scalinogletscher verlassene Gletscherboden erinnert an das, was Rütimeyer über die Neubelebung der alten Täler am St. Gotthardt sagt, nur in ausgeprägterer Form. In vielen Rinnen suchen sich Schmelz- und Niederschlagswässer in diesen teilweise geglätteten Boden einzugraben und fließen in allen Richtungen abwärts, wie es Beschaffenheit der Unterlage und Gefälle bedingen. Alle Änderungen im Bilde eines jungen Tales treten hier hervor: Becken- und Seebildung, bedingt durch Moränen, Lawinen, hie und da auch durch Bergstürze; abflußlose kleine Seen hinter Felsriegel- oder Schuttmassen, die von den schwachen Zuflüssen noch nicht durchbrochen wurden. An jedem einzelnen dieser vielen kleinen Bäche läßt sich die Geschichte der Talbildung für sich studieren; alle Stadien sind zu beobachten; Eingraben, Erweitern, Auffüllen, Terrassenbildung. Schon ein Blick auf die Karte genügt, um ein Bild davon zu gewinnen, wie hier die Natur an der Trainierung des Gebietes arbeitet.

Die vielen kleinen Bäche werden mit der Zeit verschwinden. Talstufen und Terrassen legen dann davon Zeugnis ab, daß hier einmal fließendes Wasser tätig war.

Die Alpflächen um die Laghetti della Poschiavina, die Alpen Campagneda und Prabello beweisen, daß auch Seen- und Beckenbildung bereits im Rückgang begriffen ist. In weiterer Folge werden vielleicht auch die zwei oben erwähnten Bäche in getrennten Tälern ihre Wässer dem Lanterna zuführen.

Alle anderen Seitentäler, die ins obere und untere Lanternatal münden, sind sehr kurz und zeigen alle denselben Charakter: tief eingeschnitten infolge der steilaufgerichteten leichtangreifbaren Gesteinsschichten und steilabfallend, wie es das allgemeine Schema der Täler auf der Südseite der Berninagruppe ist. Unterstützt durch die leichte Verwitterbarkeit des Gesteins schieben sie besonders bei den im Gebiete häufigen starken Niederschlägen Schuttkegel gegen den Lanterna vor, an deren Fortschaffung er wieder lange zu arbeiten hat. Immer werden so dem Bestreben des Lanterna, sich zum gleichmäßigen Tale auszubilden, Hemmnisse in den Weg gelegt, zuweilen werden terrassenartige Ausfüllungen an den Talgehängen gebildet.

Dieselben Verhältnisse, wie im Lanternatal, treffen wir auch in den anderen Seitentälern des Mallero, steile Gehänge, bedeutender Anfall und Abtransport von Geröll, Becken- und Seebildung und Schutterrassen. In allen eingangs erwähnten Tälern liegen die Verhältnisse ebenso.

Die im Gebiete des Mallero häufiger als im Lanternatal auftretenden Seen, haben die gleichen Entstehungsursachen; die von Rütimeyer vertretene Ansicht, daß die kleineren Bergseen zum Teil der aushöhlenden Wirkung der Gletscher ihre Entstehung verdanken, können wir nicht teilen. Auch den von Gletscherwasser bewegten Rollsteinen muß die Fähigkeit abgesprochen werden, größere Vertiefungen zu schaffen. Wir stehen vielmehr auf dem Standpunkt, daß den Gletschern außer der Glättung der Unterlage keine weitere Wirkung zuzuschreiben ist.

Die beiden größten Seen des Mallerogebietes sind der Lago Pirola und der Lago Palü. Der erstere (Fig. 16) verdankt seine Entstehung einer vom Sattel zwischen Punkt 2506 und Punkt 2625 gegen das Ventinatal verlaufenden Verwerfung zwischen den nördlich des Sees anstehenden Hornblendegesteinen und den den südlichen Rand bildenden Serpentinen, in deren Verlauf dem See ein kleiner Bach zufließt. Das Südufer ist außerdem durch

mächtige Felsstürze eingeengt; das südöstlich gegen die Cima del Duca gelegene kleine Wasserbecken ist durch Moränen eines jetzt auf die Nordseite des genannten Berges zurückgedrängten Gletschers aufgestaut und mit dem Lago Pirola durch einen Abfluß verbunden. Der See dürfte längere Zeit abflußlos gewesen sein, bis sein Wasser den Felsriegel und die Schuttmassen an der Nordwestecke durchbrochen und sich einen Ausgang zum Mallerotal verschafft hatte.

Der Lago Palü wurde aufgestaut durch die westlich und südwestlich vorgelagerten Moränenzüge. Er besitzt einen kleinen nordöstlichen Zufluß und keinen sichtbaren Abfluß, was schon Theobald betont, der annimmt, daß bei übermäßigem Wasserstand das Wasser durch die Moränen der Westseite durchsickert, worauf die sumpfige Beschaffenheit der Wiesen bei Prati della Costa zurückzuführen ist.

Bei allen anderen Seen des Gebietes, wie Lago d'Entova, Lago Laguzzuolo, den Seen in der Val Sassersa, besonders bei den letzteren, sind es überall Moränen, Lawinen und Felsstürze, die zur Seebildung Anlaß gaben.

Eine besondere Erwähnung verdient schließlich der Lago di Chiesa südwestlich dieses Ortes. Er ist auf der Siegfriedkarte, wie schon erwähnt, noch als Seebecken eingezeichnet, man findet aber statt eines Seespiegels heute nur torfige Wiesengründe, ein Zustand, der schon 1898 von Marson erwähnt wurde. Neben anderen Faktoren waren es vor allem Bergstürze auf der Ostseite des Sees, unmittelbar am Steilabfall gegen Chiesa, die zu seiner Bildung beitrugen. Durch die Abbröckelung des leicht angreifbaren Gesteins dieser Hänge wurden jene Sturzmassen zum Teil ihrer Unterlage beraubt und fielen zu Tal, so daß die entstandene Öffnung den See entwässern konnte.

Verwitterung und Bergstürze.

Ein Wort noch über die Verwitterung der Gesteine und über die damit in Zusammenhang stehenden Bergstürze. Verhältnismäßig stark neigen die Serpentingesteine zur Verwitterung, und von diesen besonders die klotzigen, bankigen Serpentingesteine, das serpentinartige Malencogestein Theobalds; an allen anstehenden Felsen tritt dies deutlich zutage, überall beobachtet man ein prismatisches Abbrechen. Infolge des Eisengehaltes überziehen sich diese Gesteine allenthalben mit einer gelben bis roten Ver-

witterungsrinde, die oft zur schaligen Ablösung neigt, und zwar ist sie um so dunkler, je klotziger und bankiger das Gestein ist. Auf die rote Farbe dieser verwitterten Gesteine sind die Namen vieler Berge, z. B. Corno Bruciato, Mt. Girosso (verbranntes Horn, rotgelber Berg) usw. zurückzuführen. Etwas widerstandsfähiger scheinen die schiefrigen Gesteine zu sein. Bei ihnen kommt es meist zur Ablösung von dünnen, langprismatischen Gesteinsstücken, die oft sonderbar verdreht erscheinen. Auffallend ist, daß sich diese Gesteine oft äußerlich mit einer weißen Verwitterungsrinde überziehen, daher z. B. der Name Sassi Bianchi für die Spitze P. 2542 in dem Poschiavina - Tal, und besonders da, wo Wasser darüber herabfließt, so z. B. bei dem Wasserfall bei Tornadri (Fig. 17), so daß es auf die Entfernung aussieht, als würden hier Marmore anstehen.

In ihrer schönsten Ausbildung, der Ardesia, sind die Serpentinschiefer am widerstandsfähigsten, ebenso wie die Pietra ollare. In der Folge zerfallen diese Gesteine in einen weißlich bis grünlichen oder gelblichen Verwitterungssand, der, wie bereits erwähnt, leicht zu festen Massen sich zusammenbackt, besonders, wenn kleinere oder größere Gerölle eingeschlossen werden. Ebenfalls leicht, wenn auch nicht so, wie die bankigen Serpentine, neigen die Glimmerschiefer zur Verwitterung, die meist eine braune Verwitterungsrinde aufweisen; dann die Talk- und Chloritschiefer. Sie zerfallen schließlich zu einem feinen Sande, gemengt mit mehr oder weniger zahlreichen Schüppchen von Glimmer, Chlorit und Talk. Einen größeren Widerstand der Verwitterung gegenüber zeigen die Amphibol-, Quarzit- und granitischen Gesteine und der körnige Kalk. Auch in den in unserem Gebiete liegenden älteren Moränen zerfallen die Gerölle, selbst die großen, rasch bei der Verwitterung.

Einen Begriff von der Stärke der Verwitterung und Mächtigkeit der Verwitterungssande in den Moränen gaben die Mengen von Sand, die während der Wasserleitungsarbeiten im Sommer 1911 beim Anschneiden des Hügels von Caspoggio herausbefördert wurden. Auch einen Maßstab für das Alter der Moränen könnte uns die Verwitterung geben, indem die granitischen und amphibolitischen Gesteine, die der Verwitterung lange Zeit Stand halten, in den jüngeren Moränen fast unverändert sind, in den älteren aber (wieder in der von Caspoggio zum Beispiel) ihr Aussehen so stark verändern, daß man sie nur im Dünnschliffe noch erkennen kann.

Ein weiteres Charakteristikum des Gebietes sind die zahlreichen Bergstürze, die große Strecken mit einem Blockmeere bedecken. Wieder ist es das Gebiet der Serpentine, und besonders der klotzigen und bankigen Serpentingesteine, das am meisten zur Bergsturzbildung neigt. Der ganze Monte Braccia- und Cassandrazug zeigt dieses Aussehen. Ich verweise auf die mächtigen Sturzmassen an der ganzen Ostseite des Monte Braccia, auf die großen Sturzhalden, die dem rechten Ufer des aus dem Val Ventina kommenden Baches zuströmen und von der Westflanke des erwähnten Stockes kommen. Ferner auf das blockerfüllte Val Sassersa, das Sturzgebiet, das man auf dem Wege zum Lago di Chiesa und weiter zum Val Giumellino durchschreitet und das schon erwähnte Trümmermeer in diesem selbst; auf die Blockwüste des oberen Val Airale, den Monte Nerozug und die östlich davon gelegenen Serpentinberge bis zum Monte Sasso Moro, wo die die Serpentingesteine begleitenden Talk- und Chloritschiefer ebenfalls geeignetes Material für Bergstürze liefern. Im Gebiete der Serpentinschiefer scheint es mir noch unter gleichzeitiger Mitwirkung von fließendem Wasser zu Bergstürzen zu kommen, während bei dem klotzigen Serpentingestein schon die Einwirkung der Atmosphärilien zur Loslösung von prismatischen Stücken genügt. Das geschmeidige, aber sehr zähe Gestein der Pietra ollare scheint weniger zu Bergsturzbildung geneigt zu sein. Im Gebiete der Glimmerschiefer, Hornblende und granitischen Gesteine, treten die Bergstürze zurück, ebenso in dem von Gletschern glattgeschliffenen Teil des Gebietes, auch da, wo sie aus Serpentin bestehen. Die abgeschliffenen Gesteinsrücken scheinen, wenigstens so lange ihre Oberfläche nicht stärker angegriffen ist, sehr widerstandsfähig zu sein.

Die Talbildung hat einem großen Teil unseres Gebietes Terrassencharakter aufgeprägt. Viele der kleineren Terrassen, so jene nordwestlich von Tornadri, die kleine, auf der die Alphütte von Punkt 1487 nordöstlich von Cima Sassa stehen, die von der Cima Sassa selbst und die, auf der Primolo liegt, dürften jedoch auf Bergstürze zurückzuführen sein.

Die durch Verwitterung und Bergstürze bedingten Veränderungen geben großen Teilen des Gebietes ihren landschaftlichen Charakter, dem Sturzland des Monte Nero, Mt. Braccia- und Cassandra - Zuges, dem gegenüber die Rundhöckerlandschaften von Campo Franscia, Val Campagneda, Prabello, Acquanera, San Antonio und Curlo durch ihre charakteristischen Formen hervortreten (Fig. 14, 15, 18—21).

Bodenbeschaffenheit und Kulturformen.

Abgesehen von Niederungen und Moränen zeigt die meist geringe Humusdecke überall Abhängigkeit vom Grundgestein.

Die Höhen der Serpentinberge und der Rundhöcker sind fast durchwegs frei von Vegetationsboden, ihre Oberflächenschichte wird von einer rostfarbenen Verwitterungskruste gebildet, die sich nach größeren Regenfällen leicht ablöst.

Den weitesten Raum nehmen die Waldböden ein; auf Serpentin reichlich mit unzersetzten Serpentinpartikeln vermengte seichte Humusböden, auf Hornblende- und Glimmerschiefer von lichterer Farbe und leichter zur Sumpfbildung neigend.

Eine ungünstige Beeinflussung des Bodens hatte der früher betriebene Raubbau zur Folge, gegen den die italienische Regierung erfreulicherweise in neuerer Zeit Maßnahmen ergriffen hat.

Die schönen Waldbestände in den höheren Teilen des Malencotales gegen Chiareggio zeigen, was durch eine entsprechende Forstwirtschaft zu erreichen wäre. Die Böden lassen in diesen Gebieten durchweg günstigere Verhältnisse erkennen, sie unterliegen vor allem weniger der Austrocknung.

Die Bergsturzregionen sind meist ohne größere Waldbedeckungen. Wo aber auf Gehängeschutt sich eine genügende Humusdecke bilden konnte, gedeiht in dem gut durchlüfteten Boden eine kräftige Waldvegetation, die, wie in allen mittleren Höhenlagen, fast ausschließlich von Nadelholz gebildet wird.

Aus dem vegetationslosen Trümmermeer des Hochgebirges steigt man durch die Waldzone herab in das Gebiet der Alpenwiesen, die den Terrassen von Zocca, Sassa, San Antonio und am Lago di Chiesa und den Moränen von San Giuseppe und Chiareggio ihre Wirtschaftsform liefern. Die feuchten Böden sind ehemalige Waldböden, die an manchen Stellen sehr humusreich und vielfach zu Torf geworden sind (Fig. 22). Auf Moränen und den Talhängen des unteren Tales ist der nährstoffreiche Boden unter der Kultur zu einem für die klimatischen Verhältnisse immerhin ertragreichen Kulturland geworden, das in zahlreichen kleinen Betrieben Kartoffeln, Buchweizen, Mais, Hanf und Bohnen trägt. Die gleichen Feldfrüchte gedeihen neben üppigen Wiesen in den Talniederungen und Flußterrassen, die besonders zwischen Chiesa und Lanzada ein tiefgründiger humoser Boden bedeckt.

Geologische Übersicht.

Die Anschauungen über die geologischen Einzelheiten unseres Gebietes zeigen in bezug auf Alter und Lagerungsverhältnisse der Schichten weitgehende Verschiedenheiten.

Nach Rothpletz[9]) liegt es unmittelbar südlich der Berninascholle der „Rhätischen Überschiebung", deren Alter von ihm als nachmiocän und nach der zweiten großen Alpenfaltung eingetreten angenommen wird. Ihr südlicher Stirnrand verläuft in der Linie Passo Fex Scerscen—unterer Scerscen - Gletscher. Die westlich des Ortlermassives gelegenen Veltliner- und Bündner-Alpen spielen gegenüber dieser Schiebmasse die Rolle des „Basalen Gebirges". Die im Oberengadin auftretenden Kalkphyllite, Kalkglimmerschiefer und Marmore (Figur 23) bezeichnen Rothpletz und Diener[10]) als paläozoische Bündnerschiefer. Sie lassen sich verfolgen bis zur Linie Pizzo Tremoggia—Sasso d'Entova. Rothpletz unterscheidet eine untere Zone der Kalk- und Dolomitmarmore und eine obere der Diabastuffe oder grünen Bündnerschiefer. Im Gegensatz zu Rothpletz nimmt Steinmann[11]) in seiner Aufbruchzone statt einer großen einheitlichen Überschiebung, Überfaltungen und Überschiebungen von geringerem Werte und nach verschiedenen Richtungen gekehrt an. Er bezeichnet als ein besonderes wichtiges Moment das Auftreten basischer Eruptivgesteine, Serpentin, Gabbro, Variolit usw. und benennt sie rhätische Decke. Nach ihm müßte also die rhätische Decke in der serpentinreichen Zone Chiavenna—Disgrazia ihren Ausgang genommen haben. Steinmann[12]) bestreitet das paläozoische Alter dieser Bündnerschiefer und nimmt zwischen den Gneißen und Glimmerschiefern des Grundgebirges und der nach ihm zur Trias gehörigen Kalkphyllite noch kalkfreie Gesteine, die paläozoischen Casannaschiefer Theobalds, an. Er hält die Kalke und die sie begleitenden Gesteine als durch Dynamo-

[9]) Rothpletz: Geologische Alpenforschung II. Teil, München 1905, Seite 233 und 235.

[10]) Diener C.: Geologische Forschungen im südöstlichen Graubünden. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften. Wien 1888.

[11]) Steinmann: Geologische Beobachtungen in den Alpen. Jahrbuch der Freiburger Naturforschenden Gesellschaft 1895—1898.

[12]) Steinmann: ebenda 1906—1907.

metamorphose umgewandelt, Rothpletz nimmt dagegen Umwandlung durch Regionalmetamorphose an.

Tarnuzzer[13]) verlegt unser Gebiet mit seinen Serpentingesteinen in den Bereich der rhätischen oder lepontinischen Decke. Die Kalke deutet er als Reste der ostalpinen Decke und hält sie, wie auch Schmidt[14]), für triadisch.

Bonardi[15]) und Gastaldi[16]) stellen die Gesamtheit der im Gebiet vorkommenden Glimmerschiefer, Talkschiefer, die Serpentingesteine, die Kalkphyllite und Marmore in die Zone der „grünen Gesteine" und setzen sie als jüngere kristalline Gesteine in Gegensatz zu den Gneisen und Glimmerschiefern des Grundgebirges, doch halten sie beide Schichtenfolgen für archäisch. Sterry Hunt[17]) rechnete auf dem Geologenkongreß von Bologna die Gesteine zum Archäicum, und zwar ins Huron.

Theobald[18]), welcher über die Gegend bisher wohl das meiste angegeben hat, stellt die kalkfreien Schiefergesteine als Äquivalente der Casannaschiefer ins Paläozoicum. Die Gruppe der Kalkphyllite, Kalkglimmerschiefer, körnigen Kalke stellt er in die Trias, und zwar macht er bei der völligen Versteinerungslosigkeit der Gesteine den verfehlten Versuch, alle möglichen Horizonte herauszufinden: Arlbergkalk, Partnachschichten, Virgloriakalk, Streifenschiefer usw. Die in den Malencotälern auftretenden Serpentingesteine hält er für metamorphe Felsarten, die aus Hornblendegesteinen umgewandelt sind. Seine metamorphischen Triaskalke bezeichnet er als Muldenreste einer früheren Bodenbedeckung.

Es ist aber vor allem zu bemerken, daß Theobald die Verbreitung der körnigen Kalke viel zu stark angenommen hat. Der Grund hierfür ist wohl der, daß die die Kalke begleitenden Schiefergesteine in den meisten Fällen rein weiß verwittern; ein

---

[13]) Tarnuzzer: In H. Tanners Führer durch Forno Albigna Bondasca. Basel 1906.

[14]) Schmidt: Bau und Bild der Schweizer Alpen. Basel 1907.

[15]) Bonardi L.: Il gruppo cristallino dell'Albigna Disgrazia. Rendiconti R. Istit. Lomb. Scienze e lettere. Serie II, Vol. XV, fasc. XVI.

[16]) Gastaldi: Memorie sulle Alpi Occid. Zitiert von Bonardi.

[17]) Sterry Hunt: Von Bonardi in seinem vorher angegebenen Buche erwähnt.

[18]) Theobald: Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz: Die südöstlichen Gebirge von Graubünden und dem angrenzenden Veltlin. Chur 1866.

Blick auf die Figur 17 zeigt, daß bei einer flüchtigen Begehung ein solcher Irrtum entstehen kann.

Die körnigen Kalke sind nirgends sehr mächtig, so daß überall, wo man den Kalk abbaut, dieser bald erschöpft ist.

Bisweilen treten die körnigen Kalke auch in Linsen auf. Daß ihre Verbreitung einst eine viel größere gewesen sein sollte, dagegen spricht vor allem das verhältnismäßig geringe Vorkommen der Kalkgerölle, auch den in den ältesten Moränen.

Als Unterscheidungsmerkmal für die regionalmetamorphen und kontaktmetamorphen körnigen Kalke gibt Vogt[19]) bestehende oder fehlende Verzahnung der einzelnen Kalkspat-Individuen an. Lindemann[20]) hat beide Arten der Ausbildung nachgewiesen, er erwähnt, daß in den alpinen regionalmetamorphen Kalken meist Verzahnung der Kalkspatblättchen vorhanden ist. Bei unseren Marmorvorkommen wurde sie in keinem Falle gefunden.

Genesis der Erz- und Asbestvorkommen.

Die Erze (siehe vorletztes Kapitel) treten in ähnlicher Form auf, wie es Lotti[21]) aus den Serpentingebieten von Toscana beschreibt. Metallsulfide und Magnetit finden sich dort hauptsächlich in Gabbrogesteinen. In Diabasen sind sie selten und fehlen in den Serpentinen vollständig.

Gabbrogesteine konnten anstehend in unserem Gebiet nicht nachgewiesen werden, scheinen aber vorhanden zu sein, wie Funde von Gabbro- und Variolitgeröllen in den Blockmeeren des Monte Bracciastockes beweisen. Erze waren in solchen Blöcken nicht anzutreffen, wohl aber im Serpentin an vielen Orten in schöner Ausbildung, wenn auch nicht in großer Menge. Lotti betrachtet die toscanischen Erze als syngenetische Bildungen, die sich aus magmatischen Spaltungsprozessen herleiten. Für einige Erze des Malencotales, so für den Chromit und für manche Magnetitvorkommen darf, der gleichmäßigen Verbreitung

---

[19]) Vogt J. H.: Die Marmore in bezug auf ihre geolog. Struktur und Eigenschaften. Zeitschrift für praktische Geologie 1898.

[20]) Lindemann B.: Über einige wichtige Vorkommnisse von körnigen Karbonatgesteinen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Entstehung und Struktur. (N. Jahrb. f. Miner. usw. Beilageband XIX, S. 197. 1904.)

[21]) Lotti: Die Kupfererzlagerstätten der Serpentingesteine Toscanas und deren Bildung durch Differentiationsprozesse in basischen Eruptivgesteinen. Zeitschrift für praktische Geologie. Berlin 1894.

nach zu schließen, die gleiche Bildungsweise als wahrscheinlich angesehen werden. Andere, als Imprägnation auftretende, Erze sind jedenfalls sekundäre Erscheinungen.

Von den verschiedenen Theorien der Asbestbildung[22]) passen sich jene dem Vorkommen unseres Tales am besten an, die eine gleichzeitige Entstehung von Serpentin und Asbest annehmen.

Die senkrecht zum Saalband verlaufenden Fasern füllen die Spalten im Serpentin aus, ohne daß irgendwo ein Übergang zu erkennen wäre, der an nachträgliche Umbildung denken ließe.

Mit der Umwandlung des ursprünglichen Eruptivgesteins in Serpentin dürften wohl die bereits vorhandenen Spalten durch Sekretion von Serpentinmasse ausgefüllt worden sein.

Gesteinsbeschreibung.

(S. auch Geologische Karte.)

Eine Zusammenstellung der im Gebiete vorkommenden Gesteine ergibt:

1. Gneiße und Hornblendegesteine,
2. Talk- und Glimmerschiefer,
3. die Serpentingesteine in den verschiedensten Ausbildungsformen mit Nestern von chloritischer Pietra Ollare (Topfstein),
4. die Zone der Kalkphyllite, Kalkglimmerschiefer und körnigen Kalke.

Außerdem spielen Moränen und Alluvionen, worauf an anderer Stelle hingewiesen werden soll, eine große Rolle im Gebiete.

Ferner sind mächtige Hochmoorbildungen vorhanden.

Das herrschende Gestein des Gebietes ist der

Serpentin (Fig. 24, 25 und 26)

in seinen verschiedenen Ausbildungsformen. Die Mannigfaltigkeit seines Aussehens tritt uns überall aufs deutlichste entgegen. Als größte Gegensätze erscheinen der Serpentin unterhalb Chiesa bei Caspoggio und jener von Campo Franscia in den Amiant-

[22]) Cirkel Fr.: Chrysotile - Asbestos. Its occurrence exploitation, mueling and uses 2. Ed. (Enlarged) Ottawa 1910.

gruben. Der erstere gleichmäßig dicht, matt, von bräunlichgrüner Farbe, der letztere feinkörnig, fast kristallin, lebhaft grün mit dunklen Flecken, an frischer Bruchfläche stark glitzernd. Das Gestein von Caspoggio zeigt einen klotzigen Aufbau, jenes von Campo Franscia neigt zur schieferigen Ausbildung. Innerhalb dieser Grenzen finden sich die verschiedensten Übergänge. Auf der westlichen Talseite oberhalb Chiesa, am sogenannten Sasso di Chiesa, finden sich an jener Stelle, die Theobald als Diorit angibt, eine Reihe von verschiedenen Serpentingesteinen, deren Aussehen von den anderen einigermaßen abweicht. Vorherrschend sind es graugrüne, gefleckte Serpentine, vielfach mit Rutschflächen, an denen faserige Asbestlagen auftreten.

Plattiger Serpentin östlich von Chiesa, am Wege nach Caspoggio, bräunlich grünes, fast völlig dichtes Gestein von splittrigem Bruch.

U. d. M. sind in einem regellosen Gewirr von Antigorit einzelne Fetzen von Diallag mit gut erhaltener Zwillingsstreifung zu sehen, randlich gehen die den Zwillingslamellen folgenden Fasern in den Antigorit über. In größeren und kleineren Körnern ist Magnetit eingestreut.

Alpe Entova, grünlich, zu plattiger Ausbildung neigend.

In dem Gewirr der Antigoritfasern liegen vereinzelt Schüppchen eines blaß-bräunlichen, schwach pleochroitischen Glimmers und geringe Mengen von Eisenkies.

Amiantgruben von Campo Franscia. Ein leuchtendes Grün und die körnige Beschaffenheit machen das Muttergestein des Amiant von Campo Franscia zur schönsten Serpentinvarietät des Gebietes. Im allgemeinen dicht, neigt er da und dort zu schiefriger Ausbildung. In zahlreichen Klüften des Gebirges findet sich der Asbest mit zum Saalband senkrechten Fasern ohne jeden Übergang unmittelbar im Serpentin aufsetzend.

Zwei Proben zeigten u. d. M. übereinstimmend Chrysotil, d. h. feinste Fasern von Asbest und reichlich eingestreut einzelne Körner von Magnetit. Deutlich waren geringe Mengen von Diallag, dagegen konnten Blättchen eines gelblichen Minerals nicht sicher als Muscovit bestimmt werden.

Probe aus einem Serpentin, etwas entfernt von den Amiantgängen. Die Hauptmasse besteht ebenfalls aus Faser-Serpentin mit Magnetitkörnern. Diallag ist etwas mehr vorhanden, dazu kommen noch Olivinkörner in

parallelen Reihen, durchzogen von Antigorit, in ähnlicher Anordnung der beiden Mineralien, wie sie Weinschenk bei seinen Stubachiten als primäre Verwachsung auffaßt; zuletzt vereinzelte Schüppchen von Talk.

Sasso di Chiesa.

1. Ein blaugrüner, rostig gefleckter Serpentin mit gelegentlichen Rutschflächen, zeigte u. d. M. in dem Gewebe von Chrysotil nicht unbeträchtliche Mengen von zersetztem Diallag mit zum Teil gut erhaltener Zwillingslamellierung und in Körnern und Nestern reichlich Magnetit neben Putzen von Roteisenerz; außerdem Titanit als Haufwerk von kleinen Körnern.

2. Eine zweite ähnliche Probe mit weißlichen und bläulichschwarzen Flecken läßt auf den Rutschflächen einen Überzug von seidenglänzenden Asbestfasern erkennen, u. d. M. besteht sie aus Antigorit und größeren Mengen von Magnetit und wenig Roteisenerz. Die Zwillingslamellen des Diallags sind zum Teil gebogen.

3. Ein dunkelblauschwarzes, graugrün gefleckles Gestein mit bräunlicher Verwitterungsrinde und Eisenkiesblättchen auf frischer Bruchfläche, von etwas größerer Härte als die Serpentine der Umgebung, trägt auch u. d. M. veränderten Charakter. Die Hauptmasse ist ein regellos körniges Aggregat von Olivin mit Maschenstruktur. Chrysotilfasern kleiden die Zwischenräume der Olivinkörner aus, indem sie senkrecht zum Saalband verlaufen. Daneben tritt Antigorit auf und als Rand bräunlicher Glimmerfetzen etwas Pennin. Erz ist als Magnetit in zahlreichen größeren und kleineren Körnern und Eisenkies vorhanden.

4. In dem vierten Handstück treten schwarzblaue Flecken gegen eine weißliche, seidenglänzende Hauptmasse zurück.

U. d. M. erkennt man neben reichlichem Olivin auch Faserserpentin, Talk und Magnetit.

Nördlich von Curlo schließt sich an den klotzigen Serpentin ein deutlich geschieferter an, der das Tal übersetzt und als Ardesia (s. Fig. 27) in verschiedenen Brüchen ausgebeutet wird.

Die Ardesiaschiefer sind dunkelgrüne, hell geflammte, sehr feste Gesteine, die sich leicht in dünne Platten spalten lassen und beim Anschlagen klingen. Bisweilen ist das Gestein von mehr oder weniger dünnen Quarzschnüren durchzogen. Nach allen diesen Eigenschaften wären die Ardesiaschiefer als Äquivalent der Plattenschiefer Theobalds in seinem Profil der Ma-

lencoschiefer von Chiavenna aufzufassen. Doch konnten Beimengungen von Chlorit und Talk in unserem Gestein nicht nachgewiesen werden.

Ardesiaschiefer aus den Cave d'Ardesia am Wege von Curlo—San Giuseppe.

In einem Haufwerk von Antigoritblättchen liegen einzelne Körner von Olivin und zersetzte Partien von Diallag. Neben Magnetit in geringen Spuren Roteisenerz.

Als nesterförmige Einlagerung im Serpentin tritt an verschiedenen Stellen ein grüner, seidenglänzender Chloritschiefer von sehr gleichmäßiger Beschaffenheit, die Pietra ollare, auf. Im Gegensatz zur Ardesia ist eine ausgesprochene plattige Schieferung nicht vorhanden. Beim Anschlagen gibt die Pietra ollare einen dumpfen Klang infolge der milderen Beschaffenheit, die sich auch in einem faserigen Bruch zeigt.

U. d. M. vorherrschend verschieden gerichtete Schüppchen von Chlorit, der durch seine Interferenzfarbe deutlich hervortritt. Dazwischen Blättchen von Antigorit und reichlich Magnetitkörner, Karbonate und Titanite; in geringer Menge Titaneisen.

Das Gestein führt die Namen Lavezstein, Giltstein, Schneidestein, lapis ollaris, pierre ollaire laveggi, Pottstone. Theobald bezeichnet die Topfsteine als ein Gemenge von Talk, Speckstein, Chlorit, Glimmer, Asbest und anderweitigen Beimengungen, die nicht näher bezeichnet sind.

Delesse[23]) unterscheidet die Topfsteine in:

1. Topftalk (talc ollaire),
2. Topfspeckstein (steatite ollaire),
3. Topfchlorit (chlorite ollaire).

Zu 1. zählt er das unserem Gebiete benachbarte Gestein von Chiavenna, in welchem er außer blättrig, faserigen, grünlich bis grauen Talk (ineinander verflochten) noch Magnesium- und Eisenkarbonat, ferner Chlorit, angibt.

Zu 3. schildert er ein Vorkommnis von Drontheim in Norwegen, dieses wird fast ausschließlich von grün bis schwärzlichem Chlorit gebildet; die einzelnen Blättchen liegen entweder nach allen Richtungen durcheinander, oder auch gleichförmig übereinander, wodurch ein schiefriges Aussehen hervorgerufen wird.

---

[23]) Delesse: Von Nöggerath zitiert. In dem Aufsatz: Der Topfstein, in Westermanns Jahrbuch der illustrierten Monatshefte. Bd. III, Braunschweig 1858.

In fast allen untersuchten Stücken von Serpentin finden sich neben vorherrschendem Antigorit Olivin, Diallag und wenig Talk, daneben Chrysotil. Magnetit ist überall reichlich vorhanden, meistens in Nestern und Schnüren zwischen den Serpentinfasern. Dazu kommt wenig Roteisenerz und untergeordneter Eisenkies. Akzessorisch tritt Titanit auf.

Der Mineralbestand drückt also noch aufs deutlichste den Charakter der Gesteine aus, welche zur Bildung des Serpentins Anlaß gegeben haben, nämlich Peridotit und Gabbro, wahrscheinlich auch Pyroxenit.

Weit verbreitet in den verschiedenen Serpentintypen an mehreren Orten in beträchtlichen Anreicherungen, ist das Vorkommen von Asbest, das eine Würdigung an anderer Stelle finden wird.

Als kristalline Schiefer (Fig. 28) sind Talk- und Glimmerschiefer anzuführen. Der erstere ist ein weißlichgrünes Gestein mit dunklen Flecken, in dem kleine Aktinolithkriställchen bis 1 cm Länge hervortreten; er fühlt sich fettig an und zeigt Faserbruch.

Probe vom Wege Lago di Chiesa—Alpe Son, unmittelbar südlich des Sattels westlich von der Rocca Castellaccio. Dieser Talkschiefer ist ein helles oder dunkelgrünes, weiches Gestein, das stets etwas dunkler als die Grundfarbe geflammt erscheint und spießig bricht.

U. d. M. wurde gefunden: Als Hauptmasse Talk, dann Aktinolith in schönen, vielfach geknickten Nadeln mit deutlichen Spaltrissen. Außerdem Titanit in größerer Menge, als Körner angehäuft zwischen den Schuppen des Talkes. Einzelne dieser Körnchen umschließen Rutilkriställchen. Die optischen Eigenschaften des Titanits: Hohe Licht- und positive Doppelbrechung und deutliche Dispersion waren gut zu erkennen.

Dem Serpentin schließen sich gegen Norden, durch Übergänge mit ihm verbunden, eine Reihe von

Hornblendegesteinen

an. Am schönsten sind sie in der Umgebung von Chiareggio ausgebildet. Fast durchweg sind es deutlich schiefrige, hell- bis dunkelgrüne Gesteine, in denen neben der grünen Hornblende ein weißer Feldspat makroskopisch sichtbar ist. Besonders deutlich wird die Schieferung dann, wenn sich ein häufiger Wechsel

von dunkelgrünen Partien und schmalen Adern eines weißen Mineralgemenges einstellt.

Etwas unterhalb der Alpe Zocca, südlich von Chiareggio, das grüne Gestein zeigt zahlreiche weiße Partien.

1. U. d. M. erkennt man ein wirres Aggregat von farbloser Hornblende (Auslöschungsschiefe zirka 22°, Spaltrisse zirka 124°). Als Nebenbestandteil tritt Zoisit in kleinen Kriställchen im Feldspat auf. Der Plagioklas zeigt zum Teil Zwillingsstreifung und mosaikartige Anordnung. In geringer Menge sind Körner eines rhomboedrischen Karbonates vorhanden.

2. Ein weiß und grün geschiefertes Gestein vom Punkte 1940, südwestlich der Alpe Zocca, auf dem Wege nach dem Lago Pirola, in dessen Dünnschliff schon mit bloßem Auge Fasern grüner Hornblende sichtbar sind, ergab u. d. M. der Hauptmasse nach grüne, feinfaserige Hornblende (Aktinolith), dann Plagioklas mit sehr deutlichen Zwillingslamellen und untergeordnet Orthoklas und Klinozoisit mit stark anomalen Interferenzfarben, dessen Achsenebene senkrecht zur Hauptzone ist. Ferner Zoisit, Epidot (Pistazit) von kanariengelber Farbe, Titanit, Biotit in blättrigen Aggregaten und mit deutlichen Spaltrissen, zum Teil in Chlorit umgewandelt.

3. Gefalteter Hornblendegneis vom Nordufer des Lago Pirola; das weißgrüne Gestein ist noch besser als das vorhergehende geschiefert und die grüne Hornblende ebenfalls mit bloßem Auge im Dünnschliff bemerkbar. U. d. M. wechseln Züge grüner Hornblende mit Lagen von Plagioklas und Orthoklas. Größere Mengen von Klinozoisit umgeben an mehreren Stellen die Hornblendekristalle und treten als Einschlüsse in den Feldspaten auf. Titanit kommt in einzelnen Körnern vor, Quarz ist fraglich.

4. Probe aus einem auffallenden Block in der mittleren Val Sissone in zirka 1830 m Höhe (Fig. 29). Kontaktstück: Hornblendeschiefer mit zahlreichen granitischen Injektionen, welche besonders schön die Kontaktmineralien zeigen. U. d. M. erscheint ein rötlich gelber Granat (Almandin) in derben Körnern, deren zahlreiche Risse mit Kalkspat ausgefüllt sind. Der lebhaft grüne Epidot umschließt in stänglig körnigen Aggregaten den Granat, zuweilen in bedeutenden Anhäufungen. Neben dem grünen findet sich ein deutlich gelbgefärbter Epidot. In selbständigen Lagen, häufig in Zügen angeordnet, tritt ein Plagioklas mit durchweg deutlicher Zwillingsstreifung neben gequetschtem Quarz auf.

Makroskopisch läßt der Granat kleine rundliche Kriställchen erkennen, der Epidot zeigt gedrungene Kristalle bis zu einem Zentimeter, die in ihrer polygonalen Begrenzung stark vom Sulzbachtypus abweichen.

Es ist schwer, wenn nicht unmöglich, hier zu sagen, ob die Amphibolite eruptiven oder sedimentären Ursprunges sind. Sind sie eruptiv, so müßten sie wegen des großen Orthoklasgehaltes etwa aus einem Magma, das zwischen Syenit und Diorit steht, in primär schlieriger Ausbildung nach Art eines Bändergabbros entstanden sein, als Randfacies des unterliegenden Granits. Schwerlich dürften die weißen Schnüre allgemein als aplitische Injektionen anzufassen sein, weil der Quarz so gut wie vollständig fehlt. Andererseits spricht das gelegentliche ziemlich reichliche Auftreten von Granat sehr zugunsten einer ursprünglichen sedimentären Herkunft, die dann durch Metamorphose und Umkristallisation verdeckt wäre.

Vorwiegend sind die Amphibolite zusammengesetzt aus lichtgrün gefärbtem Aktinolith, zuweilen farbloser Hornblende und Plagioklas. Letzterer zeigt fast durchweg Pflasterstruktur, nur selten ist deutliche Zwillingsstreifung zu erkennen. Untergeordnet findet sich Orthoklas. Allgemein verbreitet ist der Klinozoisit, der in kleinen gestreckten Körnern um Hornblendenadeln angereichert ist und auch als Einlagerung im Plagioklas auftritt. Daneben kommen Zoisit und selten auch Epidot vor, manchmal auch Biotit, der randlich in Chlorit umgewandelt ist. Endlich noch Titanit, und als sekundäres Umwandlungsprodukt geringe Mengen von Kalkspat.

Bänderweise in diesen kristallinen Schiefer eingelagert ist ferner

körniger Kalk.

Die Kalke treten oft in geschichteten Ablagerungen auf; zwischen den einzelnen Schichten kommt es nicht selten zu einer Anreicherung von Glimmerschuppen, die einen Stich ins Gelbliche zeigen. Das Vorkommen von Kalkspat ist ein reiner Marmor, dessen Kalkspatlamellen keine Verzahnung aufweisen und ab und zu gestreckt erscheinen. Ganz vereinzelt liegen zwischen den Kalkspatlamellen kleine Schüppchen von hellem Glimmer.

Anstehend direkt südlich von I Basci, oberhalb der Straße Chiesa—Torre am rechten Malleroufer:

U. d. M. ergab sich reinster Marmor, wobei die einzelnen Körnchen nur eine kleine seitliche Streckung aufwiesen, viel weniger stark, als bei denen des folgenden Vorkommens.

Die Kalkspatkörner zeigen eine deutliche Zwillingslamellierung, eine Verzahnung ist nicht vorhanden.

Anstehend südlich von Vetto, am linken Lanternaufer.

U. d. M. zeigte sich eine deutlichere Streckung der Kalkspatkörner, als beim ersteren Vorkommen, in geringen Mengen war ein farbloser Glimmer vorhanden.

Aus den Alluvionen am rechten Lanternaufer bei Tornadri.

Die mikroskopische Beschaffenheit war die gleiche, wie bei dem vorigen Vorkommen; nur der Glimmer tritt gegen den zuletzt genannten zurück.

Jünger als alle bisher beschriebenen Gesteine ist der Eruptivstock des Coderagranits, der uns in den Gipfeln der Disgraziagruppe und im Monte Sissone entgegentritt und wahrscheinlich auch die vorbesprochenen Marmore, Glimmerschiefer und Amphibolite gebildet hat. Es ist ein grobkörniger Kristallgranit, aus hellem Feldspat, farblosem Quarz und intensiv gefärbtem Biotit bestehend. Die einzelnen Gemengteile, besonders die Feldspate, erreichen mitunter bedeutende Dimensionen: es konnten Kristalle bis 10 cm Länge beobachtet werden. Daß der Coderagranit jüngeren Alters ist, wenigstens als die Hornblendegesteine, dafür sprechen die Granitgänge in Blöcken von Amphibolit im Val Sissone und Beispiele, wo Fetzen von Hornblendegestein in Granitblöcken eingebacken liegen (Fig. 30). Die steil gestellten Platten des Granites bilden schroffe Felstürme und zackige Kämme, die dem Gebirge seinen grandiosen, wilden Charakter verleihen.

Die Mineralien des Malencotales.

Eine erste kurze Zusammenstellung der im Val Malenco vorkommenden Mineralien gibt Zepharovich[24]).

Auch Theobald[25]) setzt an den Schluß der geologischen Beschreibung des Gebietes eine für die damalige Zeit sehr genaue Zusammenstellung der Mineralvorkommnisse.

Die Resultate bis 1910 stellt endlich Francesco Mauro[26]) zusammen.

[24]) Zepharovich: Mineralogisches Lexikon für das Kaisertum Österreich, I. Band, Wien 1859.

[25]) Theobald: Beitr. z. geolog. Karte d. Schweiz.

[26]) Mauro Fr.: I minerali della Val Malenco. Boll. C. A. I. 1909, S. 102.

Der Vollständigkeit halber soll im folgenden eine kurze Übersicht der Mineralien nach ihrem Vorkommen gegeben werden.

a) Mineralien aus Moränen und Alluvionen.

Gold in den Flußsanden des Val Lanterna bei Lanzada (Zeph.).

Quarz (Amethyst) ebenda und bei Chiesa (Mauro).

Turmalin bei Chiesa (Curioni[27]).

Orthoklas in weißen Kristallen in den Geröllen von Coderagranit, oft in schönen Karlsbader Zwillingen, die sich bei der Verwitterung herauslösen.

Oligoklas in der Umgebung von Chiesa und auf dem Wege nach Albaredo.

Adular in erratischen Blöcken an der neuen Brücke bei Torre (M.).

Hornblende bei Senevedo superiore (M).

Albit in wenig schönen Exemplaren in Granitgeröllen an vielen Orten des Gebietes (Theob.).

Eisenglanz in Geröllen von Syenitgneiß des Monte Disgrazia (Theob.).

b) Mineralien in den Gneissen, Glimmerschiefern und Hornblendegesteinen.

Quarz in durchsichtigen Kristallen bei der Alpe Forbicina (M.).

Avanturin bei Chiareggio (Theob. u. M.).

Hornblende in größeren Kristallen in Val Ventina, in Val Sissone und am Monte Disgrazia (Theob.).

Strahlstein am Murettopaß (Theob.), Chiareggio und am Lago Pirola (M.).

Epidot in Hornblendeschiefern und auf Klüften im Granit — Murettopaß — (Theob.). und Val Sissone.

Prehnit — Murettopaß — (M.).

Granat, gelbe und schwarze in den Hornblendeschiefern und braune in den Glimmerschiefern — Murettopaß — (Theob. u. M.) und Val Sissone.

---

[27]) Curioni: Osservazioni circa i minerali di Lombardia esposti alla mostra italiana in Firenze nel 1861 Milano 1861.

Vesuvian — Alpe Pirlo — (M.) und in den Hornblendegesteinen in Val Sissone und Murettopaß.

Glaukophan als Begleiter des Epidots — Val Sissone —.

Kalkspat-Kristalle mit schöner Zwillingsstreifung — Val Sissone und Lago Pirola —.

Pennin im Hornblendegestein am Lago Pirola (M.)

c) Mineralien in den körnigen Kalken.

Bergkristalle in sehr schönen Exemplaren oberhalb Tornadri.

d) Mineralien in den Serpentinen.

S = Malencoserpentin; Ard. = Ardesiaschiefer; O = Pietra ollare.

Brauneisenerz S.
Eisenocker S. } an verschiedenen Orten (Theob.).

Eisenkies S. — Murettopaß, Val Malenco (Theob. u. M.).

Kupferkies S. — Murettopaß, Lanzada (Theob. u. M.), Laghetti di Val Sassersa (M.).

Fahlerz S. — Murettopaß, Lanzada (Theob.).

Malachit S. — Murettopaß, Val Sassersa (Theob. u. M.).

Kupferlasur S. — Murettopaß (M.).

Nicht näher bestimmte Manganmineralien — Murettopaß (Curioni).

Graphit als Kluftfüllung — Alpe Pirlo und an anderen Orten des Malencotales (Theob. u. M.).

Kupfer oberhalb der Cave d'Ardesia Ard. (M.).

Quarz in Gängen Ard.

Titanit in Val Giumellino O. — Tornadri (M.).

Cuprit — Sasso oberhalb Caspoggio (M.).

Magnetit — Pirlo, Val Sassersa und an vielen anderen Orten des Malencotales S., O., Ard. (Theob. u. M.).

Pyrolusit, selten im Malencotal S. (Ziegler)[28]).

Bleiglanz, silberhaltig — Ponte oberhalb Lanzada (M.).

Eisenspat (Siderit) — Alpe Roggione S. (M.).

Breunerit — Lago Pirola im Chloritgestein.

Magnesit in Blöcken — an der Brücke 1435, zwischen Cave d'Ardesia und San Giuseppe und Lago Pirola.

Apatit — Pirlo, Val Giumellino, Torre, Lanzada, Lago Pirola (M.) und Tarnuzzer[29]) O., S.

---

[28]) Siehe [3]).

[29]) Siehe Tanner, op. cit. [13]).

Albit auf Kluftflächen — Alpe Pirlo und an anderen Orten. Ard., O. (Theob. u. M.).

Magnesia, Glimmer — Lago Palü, Weg nach Albaredo und Cave d'Ardesia. Ard., S.

Chlorit, großschuppig und schön grün gefärbt — Cave d'Ardesia, Alpe Pirlo und Val Sassersa. Ard., O.

Saussurit, weiß, in Gabbro — Val Giumellino und Torre (Theob.).

Von den vorigen Mineralien wollen wir eine Gruppe von Mineralien abtrennen, die in der Hauptsache mit Asbest zusammen vorkommen. Fundorte für Asbest sind Chiesa, Pirlo, Torre, Palü, Campo Franscia, Rocca Castellaccio im Val Torreggio, Val Lanterna superiore, Val Entova, Val Giumellino und Val Dagua, außerdem an schwer zugänglichen Stellen an allen Serpentinbergen des Gebietes. Zu diesen Mineralien gehören vor allem Magnetit, und zwar kristallisiert er, wenn er mit Asbest zusammen vorkommt, meistens in Rhombendodekaeder. Tacconi[30]) erwähnt Magnetit - Kristalle, welche 111°, 110° und 100° zeigen.

Strontianit — Tornadri Jervis[31]).

Calcit — ebenda.

Aragonit — Val Brutta, Ciappanico.

Auf die Wichtigkeit, daß diese drei Karbonate zusammen mit Magnetit den Amiant begleiten, hat Brugnatelli[32]) hingewiesen.

Ferner Calchantit — Tornadri.

Melanterit — Tornadri.

Artinit — Val Brutta und Ciappanico — von Brugnatelli erwähnt.

Brugnatellit — Ciappanico — von Mauro gefunden und von Artini untersucht, welcher ihm die Formel $MgCO_3$-$SMg(OH)_2$-$Fe(OH)_3$-$4\,H_2O$ zuschreibt, wobei ein Teil Magnesium durch Mangan ersetzt sein kann.

---

[30]) Tacconi E.: Note Mineralogiche — Memorie della R. Accademia dei Lincei. Roma 1911.

[31]) Jervis G.: I tesori sotterranei dell'Italia. Torino — Loescher 1873.

[32]) Brugnatelli L.: Prime contribuzioni allo studio dei giacimenti di amianto della Val Malenco. Rendiconto R. Istit. Lombardo. Scienze e lettere. Milano 1897.

Brucit — Val Brutta und Ciappanico — nach Artini[33]) gehen die Brugnatellite sekundär in Brucite über.

Schließlich erwähnt noch Brugnatelli[34]) ein neues Karbonat aus dem Val Brutta, dem er die Formel $MgCO_3$-$Mg(OH)_2$-3 H_2O gibt.

Der Formel nach steht dieses Karbonat dem Hydromagnesit 3 $Mg(OH)_3$-$MgCO_3$-$Mg(OH)_2$-3 H_2O und dem Hydrogiobertit $MgCO_3$-$Mg(OH)_2$-2 H_2O nahe.

Die Analyse ergab nach Brugnatelli: $MgO = 40{,}82$, $CO_2 = 22{,}45$, $H_2O = 36{,}73$.

Technische Verwendung der Gesteine.

Die körnigen Kalke von Chiesa Torre und Tornadri (Fig. 31) werden in Kalkofenanlagen gebrannt oder zu verschiedenem Korn zerstoßen, um Verwendung teils zu Mörteln, teils zur Karbidgewinnung zu finden.

Der Topfstein wird hauptsächlich zur Herstellung von Töpfen, Büchsen, Schmuckgegenständen verwendet. Seine Verarbeitung geschieht in kleinen Handmühlen, die an den Wildbächen errichtet sind und in welchen je eine Person bei der Arbeit sitzt. Die einzelnen Gegenstände werden mit einem Meißel gedrechselt, als Drehbank dient ein horizontaler Wellbaum, welcher durch die Kraft des Wassers in Betrieb gesetzt wird. Als Fundstellen für Pietra ollare kommen in Betracht der Acquanerazug oberhalb Caspoggio, das Val Brutta und die Gegend der Alpe Pirlo oberhalb Chiesa. An den beiden letzten Orten werden noch Mühlen in Betrieb erhalten, während an ersterem Orte die Gewinnung zurzeit vernachlässigt ist. Erwähnt wird der Topfstein der Comerseegegend zum erstenmal von Plinius Hist. nat. 37, 44 als lapis comensis.

Die Ardesia-Schiefer sind dasjenige Nutzgestein in Val Malenco, dessen Abbau noch jetzt in größerem Maßstab betrieben wird. Die Hauptbrüche, die Cave d'Ardesia (Fig. 27),

---

[33]) Artini E.: Quarzo di Val Malenco. Atti R. Accademia dei Lincei 1888, Serie IV.

[34]) Brugnatelli: Sopra un nuovo minerale delle cave d'amianto della Val Lanterna. R. Istit. Lomb. 1902.

befinden sich auf dem Wege von der Brücke bei Curlo bis zur Brücke bei Punkt 1435 in der Richtung nach Chiareggio. Die Schiefer werden in großen Blöcken gesprengt und die weitere Bearbeitung größerer und kleinerer, dickerer und dünnerer Platten erfolgt dadurch, daß die Arbeiter mit einem hierfür besonders geeigneten gebogenen Hiebmesser die einzelnen Stücke abspalten.

Die Ardesia - Schiefer finden in der näheren und weiteren Umgebung von Chiesa Verwendung zum Dachdecken, als Belag für Dielen, zu Treppenstufen, als Pflaster- und Baustein.

Der in allen Serpentingesteinen vorkommende Amiant bildet in Val Malenco ein erwähnenswertes Nutzmineral. Ist auch die Ausbeute bedeutend zurückgegangen, so gewinnt man doch noch einen Begriff von der Schönheit dieses Minerals an der Sammlung des früheren Bergführers Schenatti in Chiesa, die unter anderen ein Stück blendend weißen Amiantes von seltener Reinheit und einer Länge von fast 1 m enthält.

Als Hauptfundstellen für Amiant kommen in Betracht Monte Laguzzuolo, Sasso Nero, Valle d'Entova, Valle della Forcola, al Singrascio, Monte Acquanera, Motta di Campo Mera, Valle di Scerscen, Val Giumellino, Rive di Val Brutta bei Campo Franscia (Fig. 32).

An den beiden letzten Fundorten wird der Amiant noch bergmännisch gewonnen. Die Amiantgruben wurden vom Jahre 1860 von einem bayerischen Konsortium ausgebeutet, später gingen sie in die Hände einer englischen Gesellschaft „The United Asbestos Comp. Lt." über. Bis zum Jahre 1872 wurden jährlich 50 Tonnen erzeugt, in den Jahren bis 1880 steigerte sich die Ausbeute sogar bis auf das Dreifache. Jetzt ist die Ausbeute aber sehr bedeutend zurückgegangen, weil in den meisten Gruben nicht mehr gearbeitet wird. Genauere Zahlen hierüber sind nicht bekannt.

Nach Reinigung des Rohmaterials findet der Asbest in drei Graden Verwendung. Die lange spinn- und webbare Faser wird zu Isolierzwecken gebraucht, die kürzere zu Pappe verarbeitet; der Staubasbest dient als Zusatz zu Zement und Farben und als Bindemittel für Dünger.

Heute wird der Amiant der Malencogruben von der ausbeutenden Gesellschaft nach England verfrachtet.

Abbildungen.

Fig. 1. Erste Moräne in Val Giumellino.

Fig. 2. Blick auf die Moränen des Talhintergrundes in Val Giumellino.

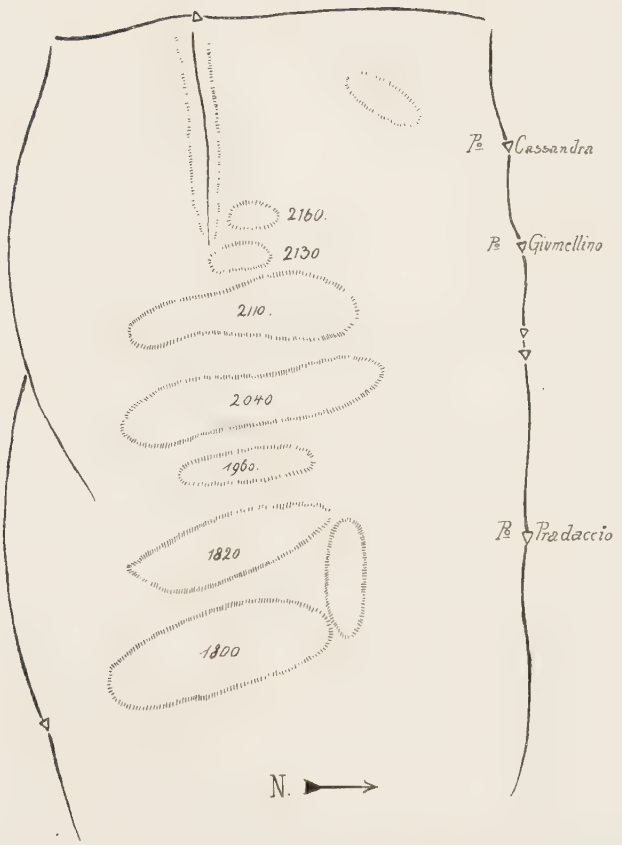


Fig. 3. Moränen in Val Giumellino.

Fig. 4. Blick auf Pizzo Scalino vom Wege Prabello—Campagneda.
1. Lage der Gletschermulde an der Nordwest-Wand. 2. Früherer Verlauf des Scalinogletschers.

Fig. 5.

Fig. 6. Blick auf die Moräne von San Giuseppe.

Fig. 7. Durchbruch des Mallero durch den doppelten Moränenwall von San Giuseppe.

Fig. 8. Alter Seegrund von Sabbionaccio gegen Nordwesten.

Fig. 9. Talgrund von Forbicina: Beckenbildung.
(Im Hintergrunde Val Sissone mit Disgraziagletscher.)

Fig. 10. Wildbachanschwemmung bei Curlo.

Fig. 11. Flußanschwemmung an der Einmündung des Lanterna in den Mallero.

Fig. 12. Durchbruch des Mallero bei Curlo.

Fig. 13. Durchbruch des Lanterna bei Campascio: Beckenbildung.
(Im Hintergrunde das obere Lanternatal.)

Fig. 14. Talgrund von Campo Franscia. Blick gegen NO.

Fig. 15. Talgrund von Campo Franscia. Blick gegen die Amianthgruben.
(Nach Südwest.)

Fig. 16. Lago Pirola gegen Westen.
↓ Richtung der Verwerfung zwischen Amphibolit und Serpentin.

Fig. 17. Wasserfall bei Tornadri: Die Schiefer zeigen eine weiße Verwitterung.

Fig. 18.

Fig. 19. Rundhöcker bei Curlo.

Fig. 20. Rundhöckerlandschaft am Wege Prabello—Campagneda.

Fig. 21. Rundhöckerlandschaft bei Curlo.

Fig. 22. Hochmoor bei Prabello.

Fig. 23. Zone der Kalkphyllite und körnigen Kalke am Pizzo Tremoggia, Pizzo Malenco, Sasso d'Entova. (Vom Wege zum Lago Pirola aus.)

Fig. 24. Sasso Moro, Typus eines Serpentinberges.
Im Vordergrund: Rundhöcker und Moorbildung bei Campagneda.

Fig. 25. Cima Rosalba und Cima del Duca mit Resten des Pirolagletschers.

Fig. 26. Rundhöcker auf Serpentin bei Curlo.

Fig. 27. Cave d'Ardesia mit Arbeiterhütten.

Fig. 28. Anstehender Glimmerschiefer von aplitischen Gängen durchzogen bei Senevedo inferiore mit Auswaschung.

Fig. 29. Hornblendeschieferblock aus Val Sissone mit aplitischen und granitischen Gängen.

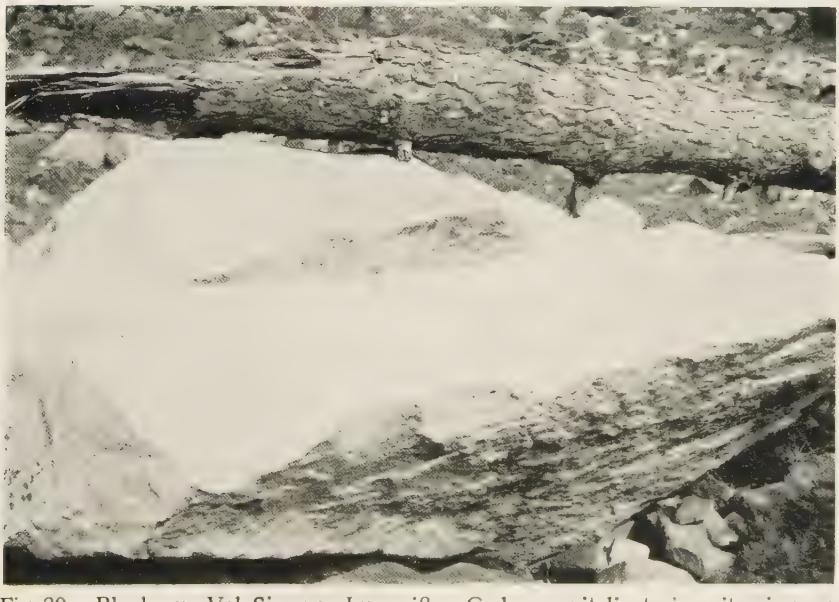


Fig. 30. Block aus Val Sissone: Im weißen Coderagranit liegt ein mitgerissener Putzen schwarzen Hornblendegesteins.

Fig. 31. Kalkgewinnung bei Tornadri.

Fig. 32. Mundloch einer Amiantgrube bei Campo Franscia.

Kartenbeilagen.

Die Gletscherskizze stellt eine Zusammenfassung der bisherigen Studien über die Glazialerscheinungen des Malencotales dar, ergänzt durch eigene Beobachtungen.

Als Grundlagen dienten die Arbeiten von Ziegler, Marson und Sangiorgi neben mündlichen Mitteilungen von Professor Sangiorgi.

Die geologische Skizze sollte lediglich die Abweichungen gegenüber der Theobaldschen Karte zum Ausdruck bringen, die in erster Linie durch die petrographische Untersuchung festgestellt wurden, zum Teil aus der neueren Literatur sich ergaben.

Die auf den Maßstab der Schweizer Generalstabskarte übertragene geologische Karte von Theobald bildet die Unterlage für die auf der Pause gegebenen Berichtigungen.

Das topographische Bureau des kgl. bayer. Generalstabs hat in liebenswürdigster Weise den Druck der Karten übernommen, wofür an dieser Stelle der verbindlichste Dank zum Ausdruck gebracht wird.

Vereinigte Kunstanstalten A.-G., München, Schellingstrasse 109.